

Выпуск долгосрочных ансамблевых метеорологических прогнозов в СЕАКЦ

**Д.Б.Киктев, М.А.Толстых, Р.Б.Зарипов, Е.Н. Круглова,
И.А. Куликова, В.А. Тищенко, В.М. Хан
(Гидрометцентр России/СЕАКЦ)**

Учебный курс
«Общие положения ансамблевого сезонного прогнозирования»
14 ноября 2017 г.

ОБЩАЯ СХЕМА МУЛЬТИМОДЕЛЬНОГО ПРОГНОЗА



ПРЕПРОЦЕССИНГ

МОДЕЛЬ ПЛАВ

ПОСТПРОЦЕССИНГ

**СИНОПТИЧЕСКИЙ
АНАЛИЗ**

СИНОПТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ВНУТРЕСЕЗОННЫЙ ПРОГНОЗ

ВЕРИФИКАЦИЯ

ВЕРИФИКАЦИЯ
ВНУТРЕСЕЗОННЫЙ ПРОГНОЗ

ГРАФИК ОПЕРАТИВНОГО СЧЕТА:

- Расчет прогноза:
на **полтора месяца (63 сут.)** один раз в неделю по четвергам,
- в последний четверг месяца расчет прогноза на **четыре месяца (135 сут.)**.

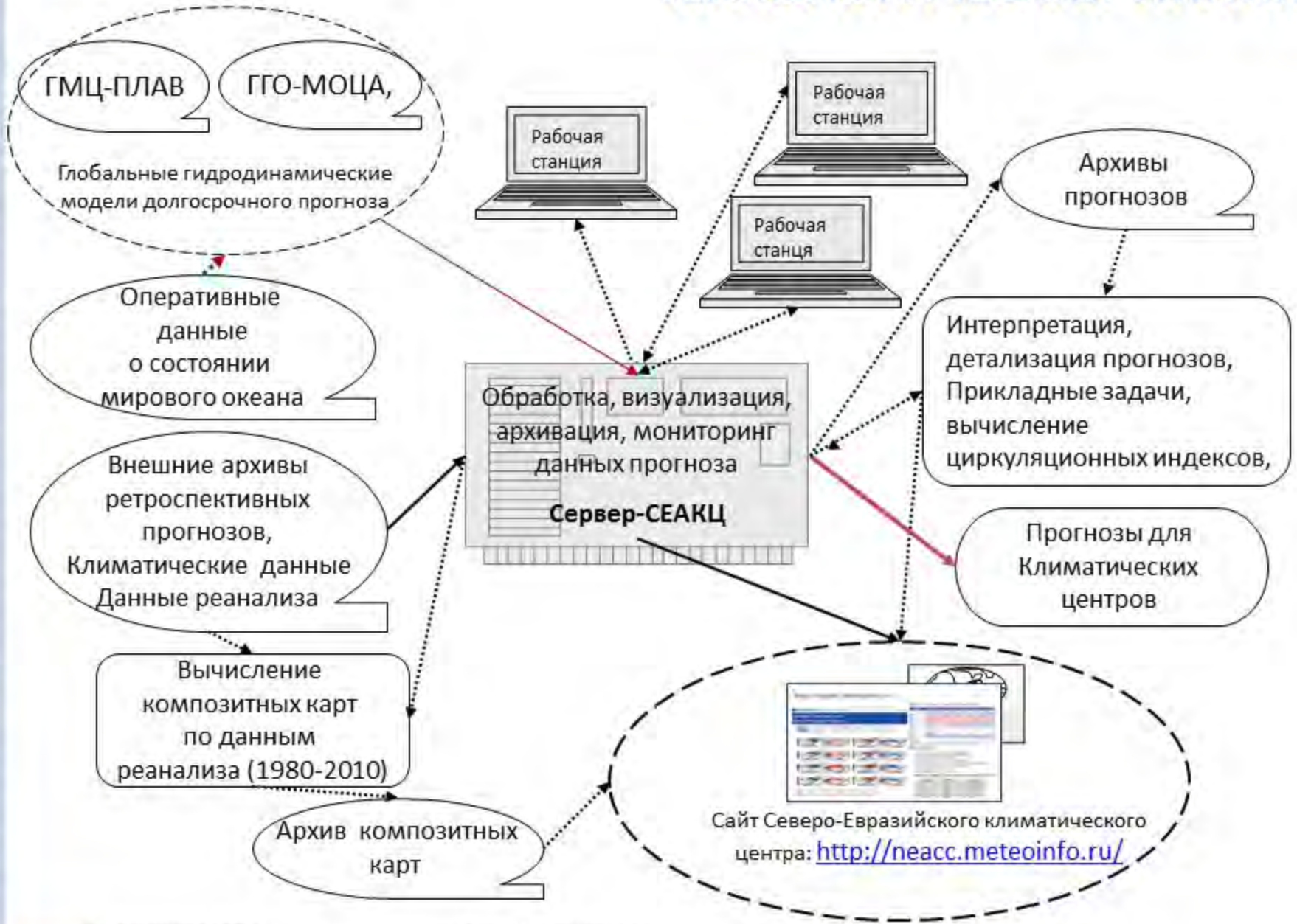
ВНЕШНИЙ СЕРВЕР:
Прогнозы ГГО и
Гидрометцентра

ВНУТРЕННИЙ СЕРВЕР:
Прогнозы ГГО,
Гидрометцентра и
мультимодельные

РЕШЕНИЕ ЦМКП от 26.09.2009
Технологии глобальных ДМП
Гидрометцентра России и ГГО на
период до сезона показали, что
для территории России
совместные вероятностные
прогнозы Гидрометцентра
России и ГГО характеризуются
более высокой успешностью,
чем прогнозы каждой из двух
моделей по отдельности. По
итогам испытаний метод
прогноза был рекомендован
для внедрения в оперативную
практику.

РЕШЕНИЕ ЦМКП от 26.06.2017:
Полученные результаты показывают, что внутрисезонные
прогнозы ГГО, ГМЦ и объединенный мультимодельный
прогноз могут использоваться в качестве консультативных.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ



ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГИДРОМЕТЦЕНТРА РОССИИ

Полулагранжева модель общей циркуляции атмосферы

В ИВМ РАН и Гидрометцентре России была создана вычислительно эффективная полулагранжева глобальная конечно-разностная модель общей циркуляции атмосферы (SL-AV или ПЛАВ). Полулагранжев метод представления адвекции позволяет использовать в модели шаг по времени в несколько раз больший, чем шаг, определяемый условием Куранта. Особенности блока решения уравнений динамики атмосферы данной модели являются применение конечных разностей четвертого порядка на несмещенной сетке для аппроксимации неадвективных слагаемых уравнений и использование вертикальной компоненты абсолютного вихря и дивергенции в качестве прогностических переменных. Блок решения уравнений динамики атмосферы представлен в работе [Толстых, 2001], а численные методы горизонтальной дискретизации модели более подробно описаны в [Tolstykh, 2002].

Модель включает в себя набор параметризаций процессов подсеточного масштаба (коротко- и длинноволновая радиация, глубокая и мелкая конвекция, планетарный пограничный слой, торможение гравитационных волн, параметризация тепло- и влагообмена с подстилающей поверхностью), разработанный в Метео-Франс и метеослужбах консорциума RC-LACE (Limited Area modeling for Central Europe) (<http://www.rclace.eu>) для французской глобальной оперативной модели ARPEGE и региональной модели международного консорциума ALADIN [Geleyn et al., 1994].

Версия полулагранжевой модели атмосферы с 20 членами ансамбля, с разрешением 0,9 градуса по долготе, 0,72 градуса по широте, 28 сигма-уровнями успешно прошла оперативные испытания и внедрена в Гидрометцентре России.

ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ГГО

Успешность сезонных прогнозов среди прочих факторов зависит от того, насколько реалистично модель атмосферы воспроизводит климатический режим и, в частности, насколько значителен дрейф среднего состояния атмосферы от реально наблюдаемого в течение срока прогноза. В этой связи тестирование и настройка модели атмосферы T63L25 проводилась параллельно в двух режимах:

- Оценка успешности расчета климатического режима в зависимости от методов параметризации отдельных физических процессов, влияние которых особенно проявляется холодное время года
- Оценка успешности прогнозов погоды на сроки от месяца до сезона по модели атмосферы T63L25 с учетом валидации расчетного климатического режима атмосферы.

В 2011 г. проводились оперативные испытания месячных метеорологических прогнозов с понедельной детализацией на основе модели атмосферы T63L25. Прогнозы рассчитывались еженедельно по средам. В качестве начальных данных использовались поля объективного анализа Гидрометцентра России. В качестве граничных условий по температуре поверхности океана (ТПО) использовались данные последнего доступного к моменту составления прогноза анализа средних за неделю фактических значений ТПО, размещаемые на сайте <http://iridl.ldeo.columbia.edu>. Параллельно по тем же данным для сравнения рассчитывались месячные прогнозы по предыдущей версии прогностической модели T42L14. В обоих случаях рассчитывался ансамбль из девяти прогнозов, восемь из которых стартовали от слабо возмущенных начальных полей. Выращивание возмущений производилось для каждой модели независимо.

В результате численных экспериментов по совершенствованию модели атмосферы T63L25, выполнению и калибровке прогнозов на месяц и сезон получен ряд результатов, способствующих повышению успешности прогнозов. На основе этой модели создана версия оперативно функционирующей прогностической системы детализированного прогноза температуры воздуха и количества осадков.

ПОСТПРОЦЕССИНГ: ЗАДАЧИ

- Объединение моделей общей циркуляции Гидрометцентра России и ГГО
- Выбор полей и временных интервалов прогноза – сезонный с месячной и полуторамесячный с недельной дискретностью.
- Вычисление аномалий детерминированного и вероятностного прогнозов.
- Детализация прогнозов температуры воздуха на высоте 2-х метров и осадков по территории СНГ.
- Архивирование прогностических данных
- Визуализация прогноза
- Составление синоптического обзора
- Форматирование данных для передачи в климатические центры и внутренним потребителям
- Решение прикладных задач в оперативном режиме по текущим данным

ПОСТПРОЦЕССИГ: БЛОК-СХЕМА

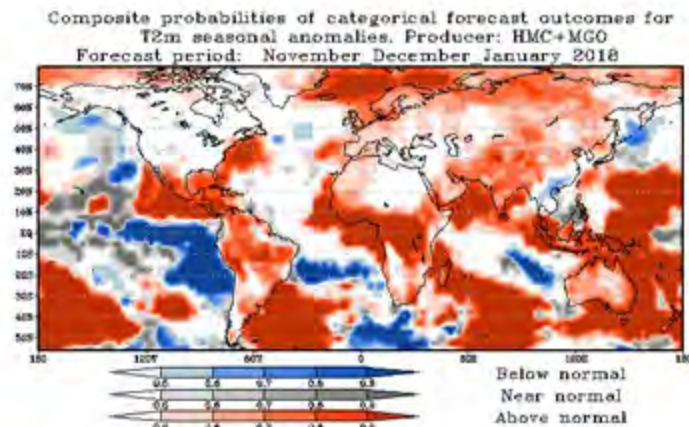
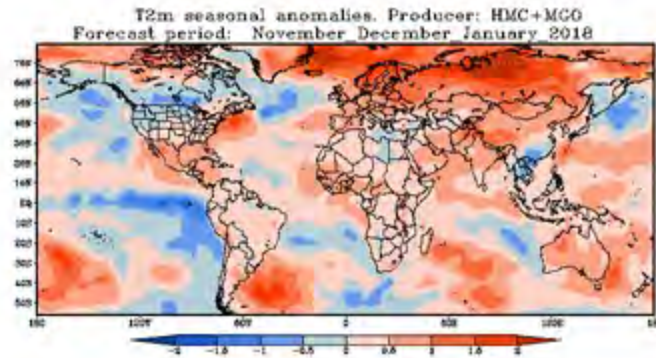


ПОСТПРОЦЕССИГ: ВЫХОДНАЯ ПРОДУКЦИЯ

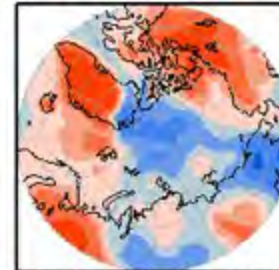
<http://seakc.meteoinfo.ru>

Внутрисезонные прогнозы

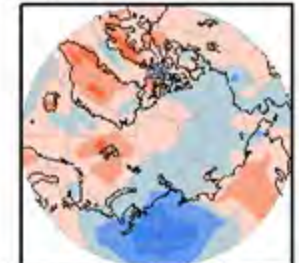
Сезонные прогнозы



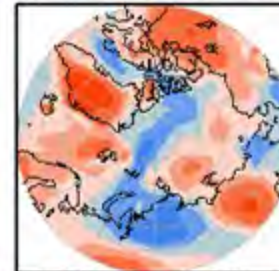
HMC (tsrf) Week 1 (16.09–21.09.2017)



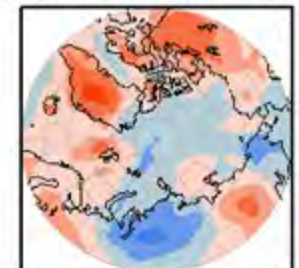
HMC (tsrf) Week 4 (06.10–12.10.2017)



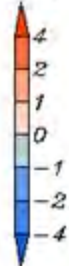
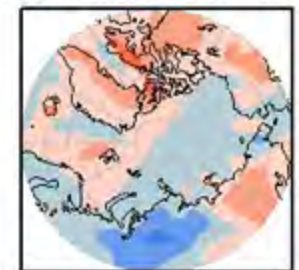
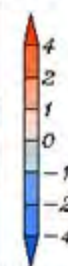
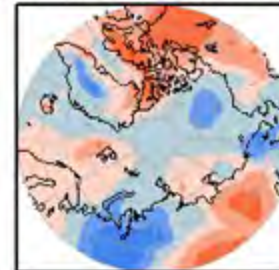
HMC (tsrf) Week 2 (22.09–28.09.2017)



HMC (tsrf) Month 1 (15.09–14.10.2017)

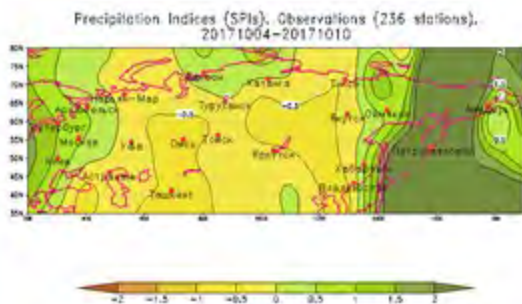
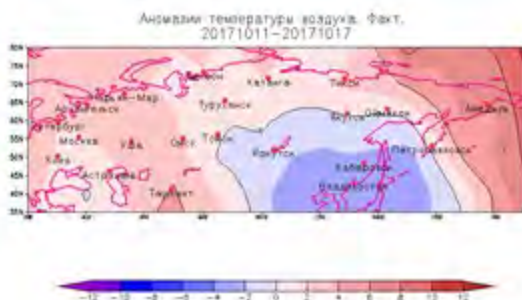
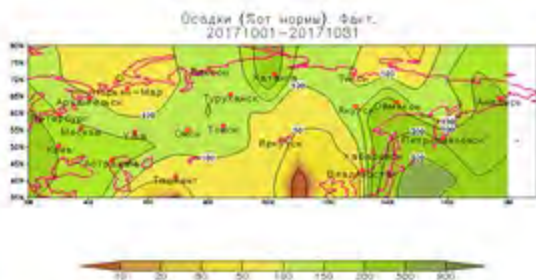


HMC-ar (tsrf) Week 3 (29.09–06.10.2017), HMC (tsrf) Month 2 (29.09–28.10.2017)



Примеры прогностических полей аномалий и вероятностей температуры воздуха на сезонном и внутрисезонном временном интервале для глобуса и для Арктического региона

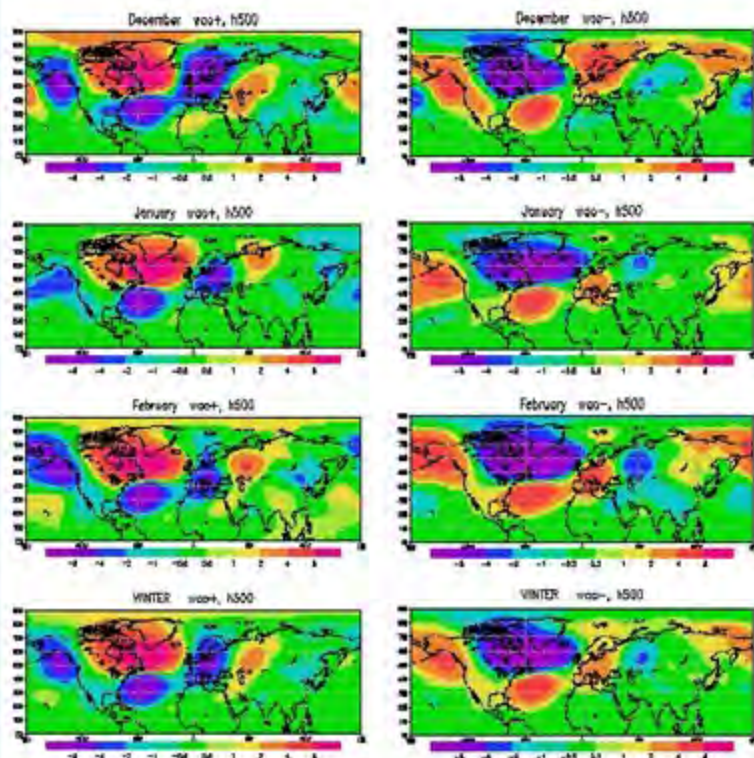
ПОСТПРОЦЕССИГ: ДЕТАЛИЗАЦИЯ



ПОСТПРОЦЕССИГ: ИНДЕКСЫ ЦИРКУЛЯЦИИ

<http://seakc.meteoinfo.ru>

Композиты (реанализ 1981-2010)



Левый столбец: композиты полей, соответствующих значениям индекса $> Q3$. Правый столбец: композиты полей, соответствующих значениям индекса $< Q1$. Области статистически незначимых связей выделены зеленым цветом.

Прогноз по модели Гидрометцентра России

индекс	НОЯБРЬ, ДЕКАБРЬ 2017, ЯНВАРЬ, ФЕВРАЛЬ 2018					
	1 месяц	2 месяц	3 месяц	4 месяц	1 сезон	2 сезон
EA	0,04	-0,6	-1,6	-1,26	-0,93	-1,48
WA	-0,55	-2,45	-1,35	-0,46	-1,89	-1,66
EU	0,84	-1,34	-0,49	-1,3	-0,05	-1,45
WP	0,2	-1,2	-0,31	-0,83	-0,44	-0,97
PNA	-0,58	-0,39	-0,13	-0,67	-0,54	-0,45
NAO	0,49	0,97	0,43	-0,13	0,79	0,44
POL	1,32	0,26	0,02	-0,1	0,98	0,05
AOS	0,08	0,44	0,35	0,09	0,29	0,29

Синий цвет – статистически-значимые отрицательные индексы
Красный цвет – статистически-значимые положительные индексы

Обозначения:

1. EA - Восточно-атлантическое колебание
2. WA - Западно-атлантическое колебание
3. EU - Евразийское колебание
4. WP - Западно-тихоокеанское колебание
5. PNA - Тихоокеанское-северо-американское колебание
6. NAO - Северо-атлантическое колебание
7. AOS - Арктическая осциляция

Квартили индексов циркуляции (реанализ 1981-2010)

Индекс	Q1 (25%)	Q3 (75%)
EA	-0.493	0.485
WA	-0.559	0.494
EU	-0.452	0.458
WP	-0.544	0.501
PNA	-0.386	0.404
NAO	-0.487	0.632
AOS	-0.884	0.87

ПОСТПРОЦЕССИГ: ВЕРИФИКАЦИЯ

Сезонные прогнозы



<http://seakc.meteoinfo.ru>

Внутрисезонные прогнозы

